

# 指向性アンテナを用いた屋内 MIMO システムにおける 受信素子配置の影響

忠田 雅裕・藤元 美俊・堀 俊和(福井大学 大学院)

## 1. まえがき

現在 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)システム[1]が大きく注目され、一部実用に供されている。筆者らは、屋内無線 LAN の基地局アンテナとして指向性アンテナのビーム方向とビーム幅を最適化することで伝送特性を改善できることを明らかにしてきた[2]。本報告では送信アンテナのビーム方向、ビーム幅および受信素子配置を変化させることで、チャンネル容量にどのような影響を及ぼすか明らかにする。

## 2. 屋内 MIMO 伝送解析モデル

表 1 に示す解析条件において、レイトレーシング法を用いて伝送特性を計算した。図 1 に示す室内において受信局を 1m ごとに移動させ、計 361 点の複素受信電圧を求めた。用いたアンテナの垂直面電力半値幅 (HPBW) は送受信とも  $\theta_{HP}=78^\circ$  とし、送信アンテナの水平面 HPBW  $\phi_{HP}$  を変化させた。ここで、HPBW には以下の式を用いた。

$$E(\theta, \phi) = \begin{cases} K \cos\left\{\frac{\pi(\theta-\theta_0)}{2\theta_{HP}}\right\} \cos\left\{\frac{\pi(\phi-\phi_0)}{2\phi_{HP}}\right\} & (|\theta-\theta_0| \leq \theta_{HP}, |\phi-\phi_0| \leq \phi_{HP}) \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (1)$$

$\theta_0, \phi_0$  はビームの中心方向、 $K$  は電界利得である。また、2 つのビームは送信局と対面する壁の方向を中心としてビームの角度差  $\phi_B$  離れた方向に向けた。一方、受信局のアンテナは水平面内無指向性とし、 $x$  軸方向、または  $y$  軸方向に配置した。

## 3. 受信素子配置の影響

図 2 に受信素子配置を変化させた場合の各地点での平均チャンネル容量の分布を示す。受信制御には MMSE を用いた[1]。図 2 (a) より、受信素子を  $y$  軸方向に配置すると、 $x=10\text{m}$  の位置でチャンネル容量の溝ができていくことがわかる。しかし、図 2(b) より  $x$  軸方向に配置した場合でも壁近辺では信号の相関によってチャンネル容量が低下する。そこで、受信 3 素子を半波長間隔で三角形に配置し、スイッチにより 2 素子を選択した場合の分布を図 2(c) に示す。相関が高くない素子同士を選択することで、チャンネル容量分布が均一となることが分かる。また、図 3 に受信素子配置をパラメータとして、 $\phi_{HP}=60^\circ$  のときのビーム角度差  $\phi_B$  とチャンネル容量の関係を示す。図 3 より劇的にチャンネル容量が改善されていることが分かる。

## 4. むすび

屋内 MIMO システムにおいて、受信素子配置がチャンネル容量に及ぼす影響を明らかにした。 $x$  軸方向に配置した方が良好な値となるが、受信端末に素子を搭載するスペースが存在する場合には、信号の相関が高くないよう受信 3 素子中 2 素子を選択することで、2 素子のみの場合に比べ 1.2 倍以上の平均チャンネル容量が得られることが分かった。

## 文献

- [1] 大鐘, アンテナ・伝搬における設計・解析手法ワークショップ(第 29 回), 2004.
- [2] 忠田, 藤元, 堀, "指向性アンテナを用いた屋内 MIMO システムのアンテナ構成", 信学ソ大, B-1-213, Sep. 2006.

表 1 解析条件

周波数	5[GHz]
素子数	2×2
素子間隔	半波長
反射回数	5 回
壁	コンクリート
部屋サイズ	20×20×3[m]
平均受信 SNR	30[dB]

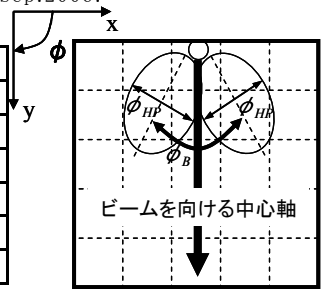
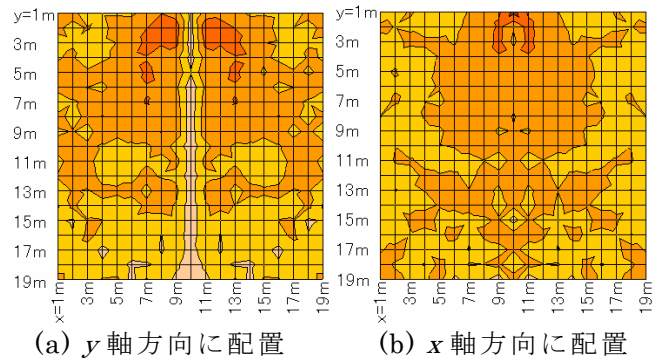
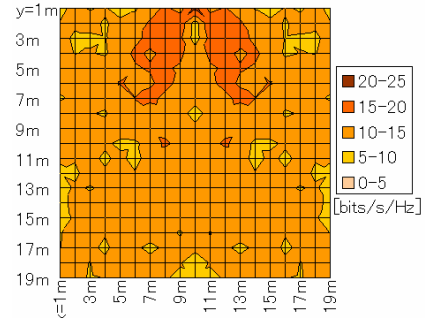


図 1 解析モデル



(a)  $y$  軸方向に配置 (b)  $x$  軸方向に配置



(c) 受信 3 素子中低相関な 2 素子を選択した場合  
図 2 チャンネル容量分布

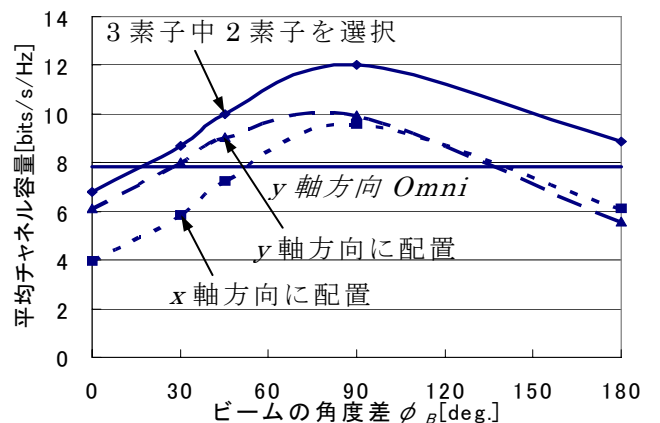


図 3 平均チャンネル容量